

НЕОБИЧАЕН ПОДХОД ЗА ПРОМЯНА НА ФУНДИРАНЕТО ПРИ РЕКОНСТРУКЦИЯ НА ПЪТЕН НАДЛЕЗ

Димитър Димитров¹

AN UNUSUAL APPROACH TO CHANGING THE FOUNDATION AT RECONSTRUCTION OF OVERPASS ROAD

Dimitar Dimitrov

1. УВОД

Докладът представя подхода и предпоставките за преустройството на съществуващ пътен надлез, под който трябва да се прокара нова жп линия. Налага се разрязване на съществуващата фундаментната плоча, свързваща двата устоя на надлеза, смяна на плоското фундиране с пилотно такова, а през целия период на реконструкцията не бива да спира движението по надлеза. Тази сложна многофакторна задача изисква задълбочен триизмерен статически анализ и смяна на конструктивната схема. Противоречието между отслабване на конструкцията в периода на строителство и непрестанния работен режим на надлеза е предизвикателство за иновативен подход при неговото решаване. Статическите и технологическите изисквания към задачата са породили идеята за фундиране с вертикални и с наклонени микропилоти, които се изпълняват по-лесно и реагират успешно на големите хоризонтални и вертикални сили във фундаментите на надлеза. Чрез смяната на схемата за фундиране се преодоляват технологическите пречки за работа без спиране на движението по моста в монтажното състояние и се осигурява необходимата коравина на съоръжението по време на експлоатация.

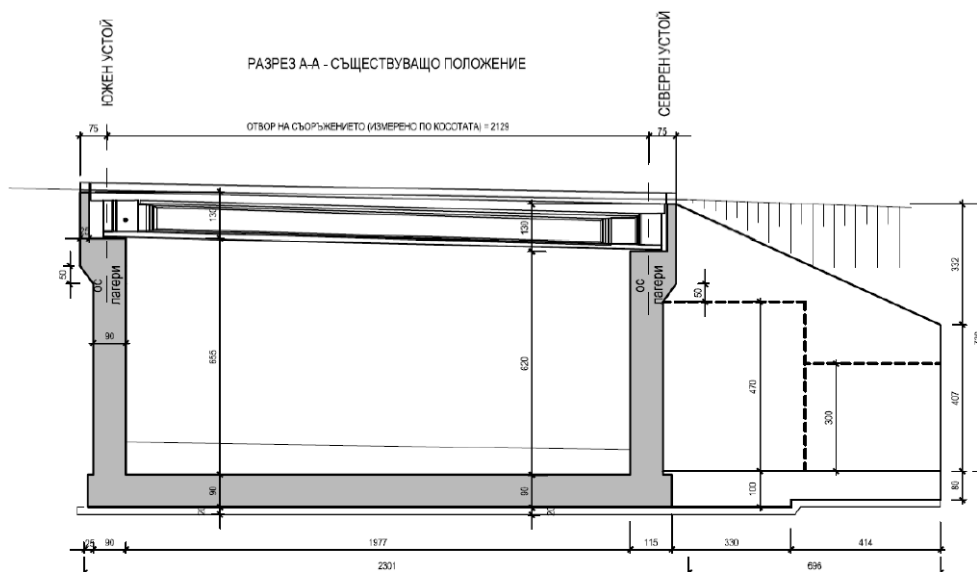
¹ Димитър Димитров, инж., ВТУ „Тодор Каблешков“, специалност „Геотехника и инженерна геология“



Фигура 1. Текущо положение на съоръжението

1.1. Кратко описание на съществуващото положение:

Съществуващата конструкция се състои от три отделни съоръжения, разделени помежду си посредством конструктивни фуги: централен надлез, състоящ се от четири ленти (по две във всяка посока), и две външни еднолентови разширения, разположени на изток и запад от централното съоръжение, строени на по-късен етап. Двата устоя на всяко отделно разширение са свързани помежду си с фундаментна плоча. Тъй като фундаментната плоча е построена на кота, която е несъвместима с нивото на новата жп линия, проектът предвижда частичното ѝ разрушаване и последващото ѝ възтановяване на кота, която да удовлетворява нивелетата ѝ. Общата дължина в надлъжно направление на съществуващата конструкция е 54m.



Фигура 2. Напречен разрез на съоръжението – текущо положение

1.2. Описание на проектното положение:

Преустройството на съоръжението ще се извърши в следната последователност:

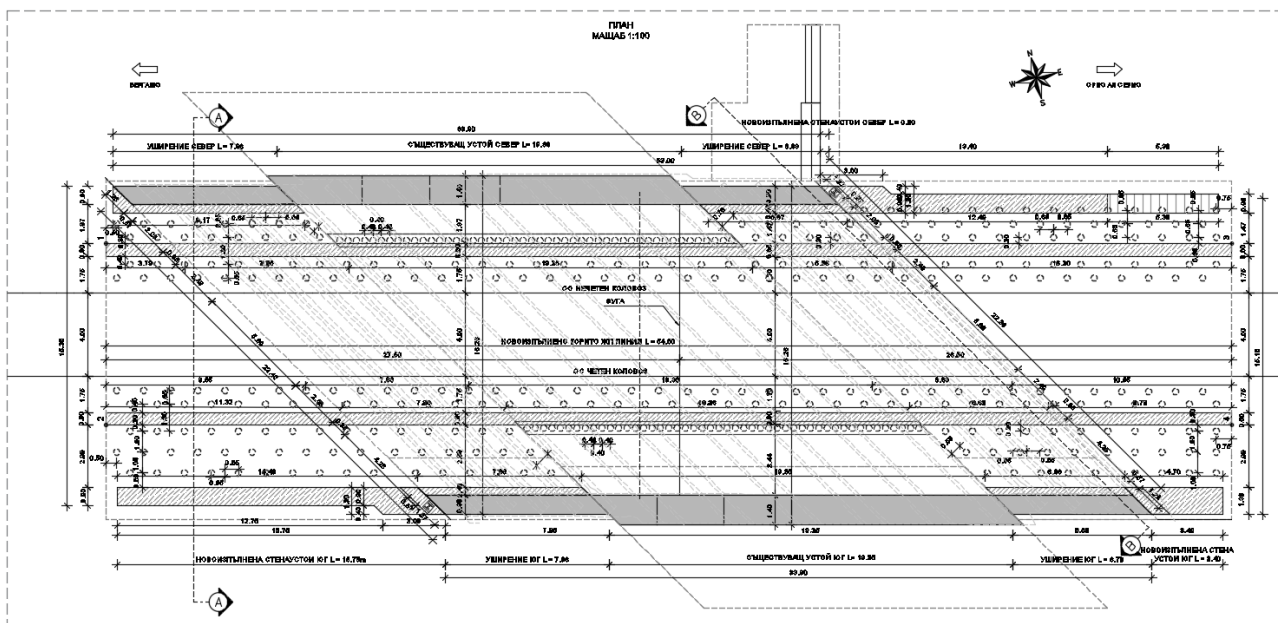
0. За да се реализира временното укрепване на съоръжението, се изпълняват нови стени на изток и на запад. Те се разполагат като продължение на съществуващите, така, че да се осигури опора на стоманените тръби, служещи за временното укрепване.

1. Пристъпва се към хидроразрушаване на бетона на фундаментите плочи на уширенията на надлеза до разкриване на горната армировка. Следва направата на отвори $\varnothing 250$ в плочата с диамантена корона където ще се изпълнят бъдещите микропилоти. Пристъпва се към изпълнение на сондажи в които се поставят тръбите и се инжектира сместа на микропилотите под налягане. Изпълнява се допълнително удебеляване на фундаментната плоча с 50 см след полагане на необходимата армировка, в което се замонолитват главите на микропилотите. Връзката между новия и стария слой на фундаментната плоча се изпълнява чрез химически анкери.

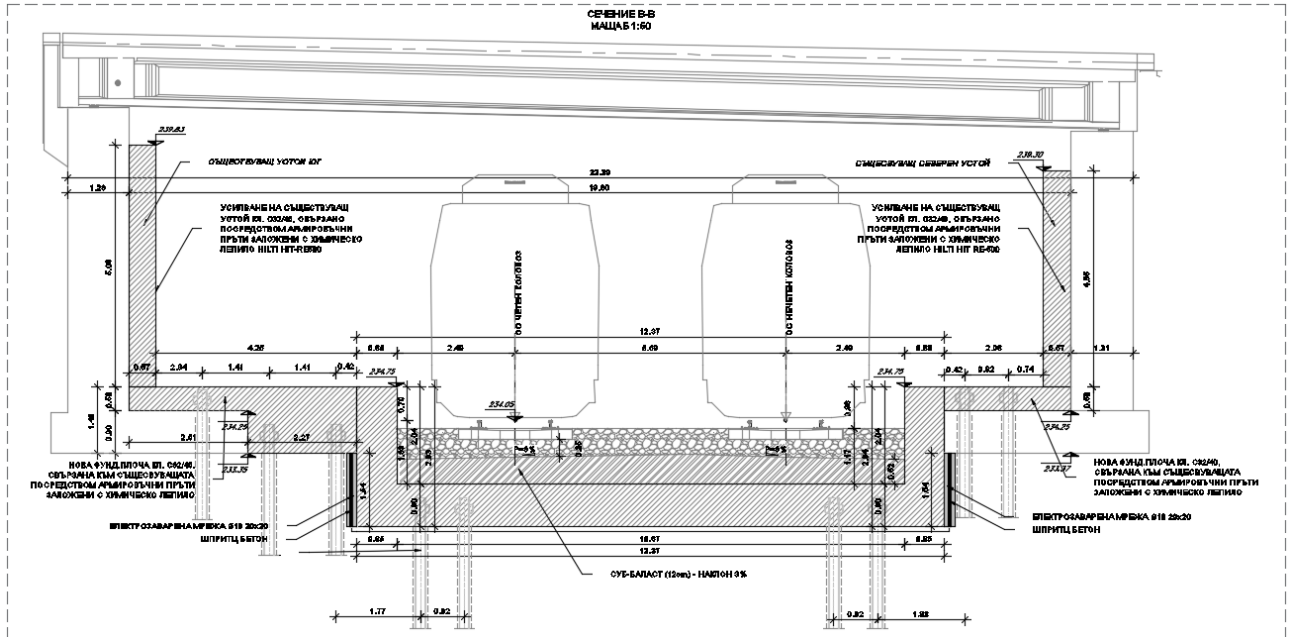
2. С цел да се предотврати преобръщане и хлъзгане на съоръжението в монтажното състояние, се изпълнява временното укрепване (предвидени са два реда стоманени разпънки, разположени на междуосово разстояние от 5m).

3. Частично се разрушава вече укрепената фундаментна плоча за да се изпълни новото корито обслужващо проектната жп линия. Връзката на новото корито и неразрушената част от фундамента също се осъществява чрез химически анкери.

Статическият анализ е извършен както за монтажното състояние на съоръжението по време на изпълнението му, така и в експлоатационен стадий. За тази цел са разработени два различни модела по метода на крайни елементи, в програмата „Midas Civil“.



Фигура 3. План на съоръжението – проектно положение



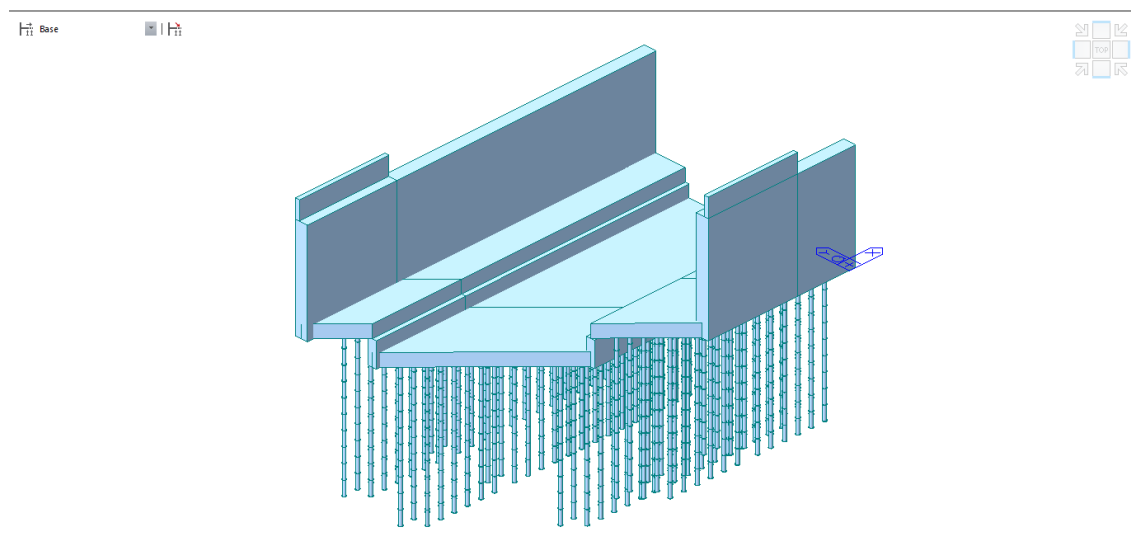
Фигура 4. Напречен разрез – проектно положение

2. ИЗЧИСЛИТЕЛЕН МОДЕЛ

2.1. Експлоатационно състояние

Изчисленията са направени за устоя с по-голяма светла височина, посредством триизмерен изчислителен модел от крайни елементи тип „плоча“ (симулиращи поведението на фундаментните плочи и стените) и крайни елементи тип „прътови“ (симулиращи поведението на микропилотите). С цел осигуряване на пространствена хоризонтална коравина на съоръжението в две взаимно перпендикулярни направления, се предвижда изпълнението на три реда микропилоти, разположени на междуосово разстояние равно на 1.3m.

Пружинната коравина на микропилотите е изчислена по земно-реактивния метод и се счита за линейно нарастваща по дълбочина.

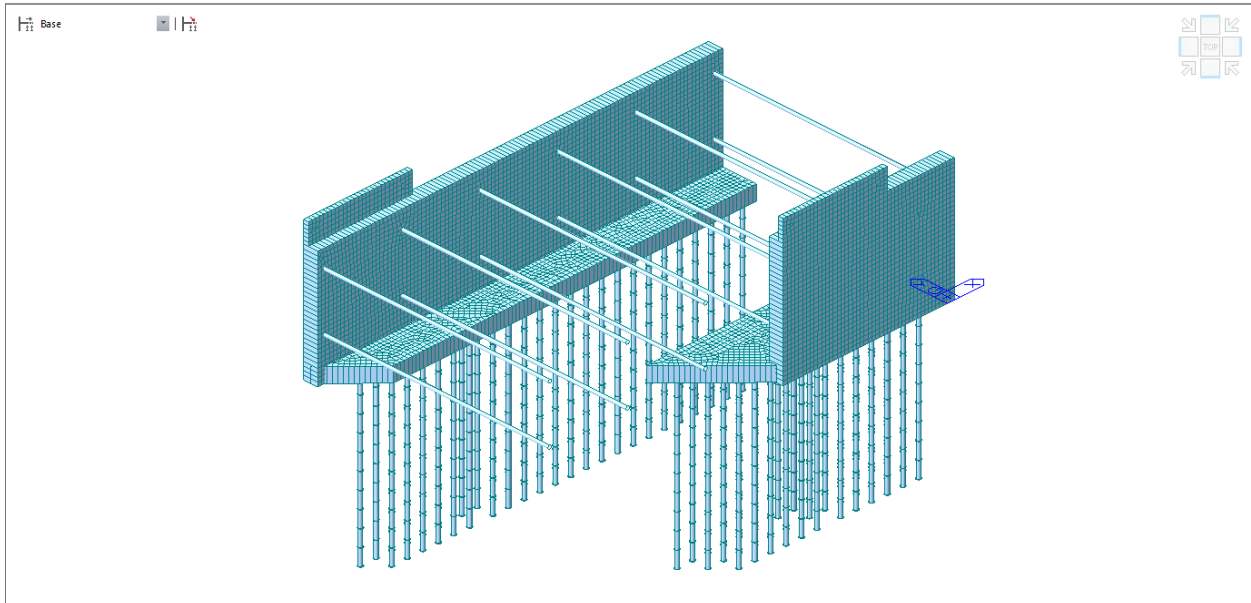


Фигура 5. Изчислителен модел в експлоатационно състояние – триизмерен изглед.

2.2. Монтажно състояние

Във фаза на изпълнение, преди изпълнението на коритото на бъдещата ЖП линия се предвижда временно укрепване на устоите посредством стоманени разпънки, разположени на височина 5.35m от kota горен ръб фундамент.

Целта на временното укрепване е тази, да подпомогне вече изпълнените микропилоти да придадат коравина на конструкцията в хоризонтално направление, с цел поемане на земния натиск, действащ върху устоите. Тъй като не е предвидено спирането на движението на върхната конструкция по време на изпълнение на железопътното корито, укрепителните работи (микропилоти и разпънки) са оразмерени и за временните въздействия, действащи върху върхната конструкция и на гърба на устоя.



Фигура 6. Изчислителен модел в експлоатационно състояние – триизмерен изглед.

3. ГЕОТЕХНИЧЕСКИ ПРОВЕРКИ НА МИКРОПИЛОТИТЕ

3.1. Носеща способност на почвата във вертикално направление

Приетият метод за изчисляване на граничното натоварване на микропилоти, инжектирани под налягане е този, предложен от Bustamante и Doix (1985). В същността на метода стои технологията за изпълнение: прави се разлика между многократните и контролираните инжекции на микропилоти и еднократното инжектиране под налягане.

Носещата способност е определена по емпиричната формула:

$$Q_{lim} = P + S = P + \pi \cdot D_s \cdot L_{micropile} \cdot s$$

Съпротивлението на върха P може да се приеме:

- Равно на 15% от страничното съпротивление;
- Пренебрегван в полза на сигурността;

Страничното съпротивление S зависи от:

- Тангенциалното съпротивление " s " на на граничната повърхност, която зависи от технологията на изпълнение, вида, механичните свойства на почвата (определени чрез p_1 или NSPT);
- Диаметърът $D_s = \alpha \cdot D_{hole}$, където α зависи както от технологията за изпълнение така и от вида на почвата.

3.2. Носеща способност на пилоти, натоварени с хоризонтална сила

Проблемът за определяне на съпротивлението на вертикален пилот под въздействието на хоризонтална сила, приложена в точката на запъване при ростверка, е изследван от множество автори; този доклад се позовава на теорията, разработена от Broms (1964).

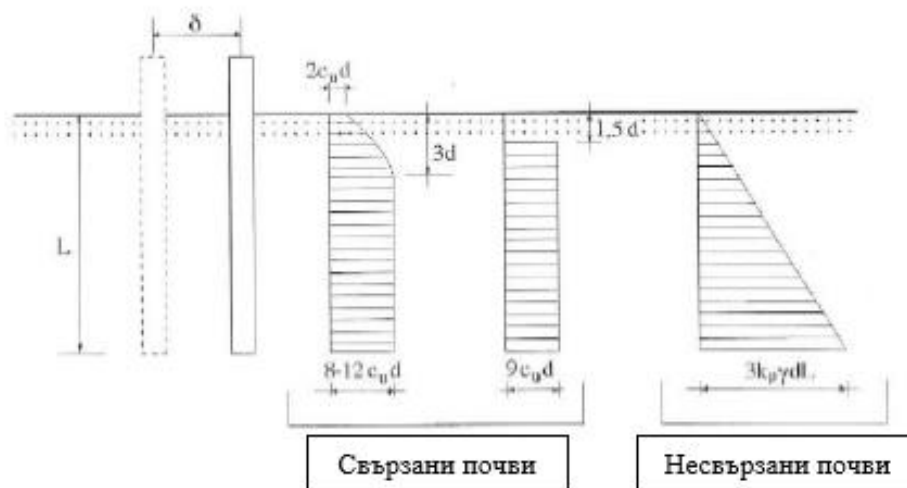
Изчисляването на граничното натоварване N_{lim} произтича от съображенията за гранично равновесие, на съвкупността пилот-земна основа, приложени в идеално корави пластични модели както за земната основа, така и за пилота и се определя от:

- Геоложкия профил и физико-механичните характеристики на земната основа;
- Вида връзка между главата на пилота и ростверка;
- Геометрични и якостни характеристики пилота, т.е. диаметър, дължина, армировка и материали.

В хипотезата за хомогенна среда, се разграничават следните два вида разрушения по отношение на носещата способност на пилота:

- Разрушение в недренирани условия, анализиран по отношение на общи напрежения, за почви с предимно кохезионно поведение;
- Разрушение в дренирани условия, анализиран по отношение на ефективни напрежения, за несвързани почви.

Въз основа на теоретични анализи и експериментални наблюдения се приема, че граничното съпротивление на почвата следва функцията, показана на фигурата:



Фигура 7. Гранично съпротивление на земната основа по Broms (1964).

- за свързани почви, съпротивлението на повърхността е равно на $p = 2 \cdot c_u \cdot d$; за дълбочина $z \geq 3 \cdot d$ почвеното съпротивление е $p = (8 \div 12) \cdot c_u \cdot d$.

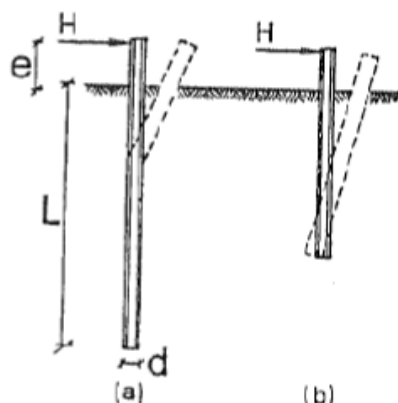
С цел опростяване, анализа Бромс предлага да се приеме диаграмата с нулево съпротивление до дълбочина $z = 1,5 \cdot d$, след което да е константна по дълбочина, със стойност равна на $p = 9 \cdot c_u \cdot d$;

- за несвързани почви се приема, че съпротивлението на се изменя линейно с дълбочината z според закона $p = 3 \cdot k_p \cdot \gamma \cdot d \cdot L$.

Разграничават следните два случая на връзка между главата на пилота и ростверка:

1. Ставно подпрян пилот в ростверка, за което са възможни следните механизми на разрушение:

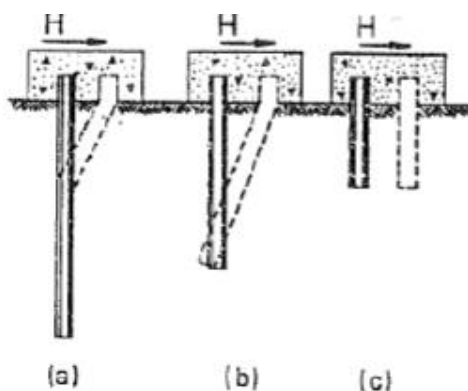
- този на „дълъг“ пилот, схематизиран на фигура (a);
- този на „къс“ пилот, схематизиран на фигура (b);



Фигура 8. Гранични състояния на ставно подпярни пилоти в ростверка.

2. Пилот запънат в ростверка, за който са възможни следните механизми на разрушение:

- този на „дълъг“ пилот, схематизиран на фигура (a);
- този на „средно-дълъг“ пилот, схематизиран на фигура (b);
- този на „къс“ пилот, схематизиран на фигура (c).



Фигура 9. Гранични състояния на ставно подпярни пилоти в ростверка

Следователно стойността на H_{lim} се определя от постигането или на максимално възможната земна реакция, предавана от напълно пластифицирала земна основа (в случай на "къс" пилот), или от преждевременното образуване на толкова пластични стави по дълбочина на пилота, че да се създаде механизъм в съвкупността пилот-земна основа (случай на "средно-дълъг" и "дълъг" пилот).

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изчислителните модели дават задоволителни резултати. Микропилатите се оказват много удачен вариант за реконструкция на фундаментите на устоите на надлеза. Целта е постигната – реконструкцията на съоръжението ще се извърши без да се възпрепятства движението по него.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bustamante M., Doix B. (1985), Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés, Bull. Liaison Lab. Ponts et Chaussées, Paris, n. 140, nov-déc. 1985- Ref. 3047, pp. 75-92.
- [2] Broms B. (1964), Lateral resistance of piles in cohesive soils. Journal of the SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS DIVISION, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, March 1964.
- [3] Broms B. (1964), Lateral resistance of piles in cohesionless soils. Journal of the SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS DIVISION, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, May 1964.